

**SEMICONDUCTOR LASER**

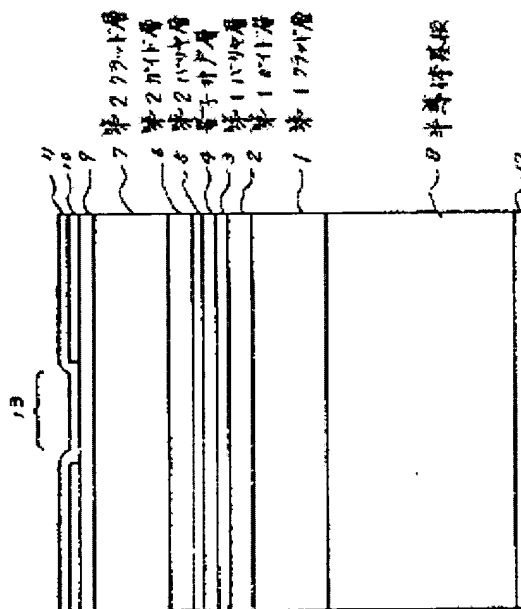
**Patent number:** JP61015385  
**Publication date:** 1986-01-23  
**Inventor:** SUGIMOTO MITSUNORI  
**Applicant:** NIPPON DENKI KK  
**Classification:**  
- international: H01S3/18  
- european:  
**Application number:** JP19840136777 19840702  
**Priority number(s):**

**Report a data error here**

**Abstract of JP61015385**

**PURPOSE:**To keep small the phenomena that the first and second majority carriers leak out and transfer to higher-degree levels by a method wherein the widths of forbidden bands provided in respective layers are brought into a required relation so that said carriers can easily pass through the first and second barrier layers according to the tunnel effect.

**CONSTITUTION:**The forbidden band width of the first clad layer 1 is  $E_{c1}$ ; that of the first guide layer 2 is  $E_{g1}$ ; that of the first barrier layer 3 is  $E_{b1}$ ; that of a quantum well layer 4 is  $E_w$ ; that of the second barrier layer 5 is  $E_{b2}$ ; that of the second guide layer 6 is  $E_{g2}$ ; and that of the second clad layer 7 is  $E_{c2}$ . These forbidden band widths are allowed to hold a relation of  $E_w < E_{g1} < E_{c1}$ ,  $E_w < E_{g2} < E_{c2}$ ,  $E_{g1} < E_{b1}$ , and  $E_{g2} < E_{b2}$ .



Data supplied from the **esp@cenet** database - Patent Abstracts of Japan

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-15385

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和61年(1986)1月23日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 半導体レーザ

⑯ 特 願 昭59-136777

⑰ 出 願 昭59(1984)7月2日

⑱ 発 明 者 杉 本 満 則 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ

2. 特許請求の範囲

第1導電型で禁制帯幅  $E_{c1}$  の半導体からなる第1クラッド層と、この第1クラッド層の上に形成され禁制帯幅  $E_{g1}$  の半導体からなる第1のガイド層と、この第1ガイド層の上に形成され禁制帯幅  $E_{b1}$  の半導体からなる第1バリア層と、この第1バリア層の上に形成され禁制帯幅  $E_w$  の半導体からなる量子井戸層と、この量子井戸層の上に形成され禁制帯幅  $E_{b2}$  の半導体からなる第2バリア層と、この第2バリア層の上に形成され禁制帯幅  $E_{g2}$  の半導体からなる第2ガイド層と、この第2ガイド層の上に形成され第2導電型で禁制帯幅  $E_{c2}$  の半導体からなる第2クラッド層を具備し、前記禁制帯幅間に  $E_w < E_{g1} < E_{c1}$  ,  $E_w < E_{g2} < E_{c2}$  ,  $E_{g1} < E_{b1}$  ,  $E_{g2} < E_{b2}$  の

関係を有し、かつ前記第1バリア層は第1導電型の多数キャリアが容易にトンネル効果によって通過できる程度の厚さを有し、前記第2バリア層は第2導電型の多数キャリアが容易にトンネル効果によって通過できる程度の厚さを有することを特徴とする半導体レーザ。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、光通信ないしは情報処理装置等で利用される半導体レーザの改良に関する。

<従来技術とその問題点>

Ⅲ-V族化合物半導体を材料とする半導体レーザは、光通信用の光源や光ディスクメモリーへの書き込み、読み出し用の光源として広く応用されている。又、この様な半導体レーザと電子デバイスをいっしょに実装した電気-光ICも、現在盛んに研究開発が行なわれている。この電気-光ICに半導体レーザを実装するためには、現在よりもさらに動作電流を小さくすることが必要となって

いる。このため動作電流が小さな、すなわち発振閾値電流の小さな半導体レーザが必要となっている。

低発振閾値電流の半導体レーザの構造として、従来量子効果を利用した量子井戸構造の半導体レーザが知られている。代表例としてエレクトロニクス・レターズ (Electron. Lett.) 第18巻, 1982年, 1095~1097ページ記載のシングル・カンタムウェル・セパレート・コンファイメント・ヘテロストラクチャー (SQW-SCH) レーザがある。しかし、このSQW-SCH構造半導体レーザにおいては、低い発振閾値電流が得られるが、単一量子井戸層からガイド層へのキャリアの漏れが生じやすく、このため発振閾値電流の温度特性が悪いという欠点が見られた。

本発明の目的は、上述の欠点を除去し、低閾値で発振し、かつ発振閾値電流の温度特性が良好な半導体レーザを提供することにある。

<問題点を解決するための手段>

本発明の半導体レーザは、第1導電型で禁制帯

幅  $E_{g1}$  の半導体からなる第1クラッド層と、この第1クラッド層の上に形成され禁制帯幅  $E_{g1}$  の半導体からなる第1ガイド層と、この第1ガイド層の上に形成され禁制帯幅  $E_{b1}$  の半導体からなる第1バリア層と、この第1バリア層の上に形成され禁制帯幅  $E_w$  の半導体からなる量子井戸層と、この量子井戸層の上に形成され禁制帯幅  $E_{b2}$  の半導体からなる第2バリア層と、この第2バリア層の上に形成され禁制帯幅  $E_{g2}$  の半導体からなる第2ガイド層と、この第2ガイド層の上に形成され第2導電型で禁制帯幅  $E_{c2}$  の半導体からなる第2クラッド層を具備し、前記禁制帯幅は  $E_w < E_{g1} < E_{c1}$ ,  $E_w < E_{g2} < E_{c2}$ ,  $E_{g1} < E_{b1}$ ,  $E_{g2} < E_{b2}$  の関係を有し、前記第1導電型及び第2導電型の多数キャリアがそれぞれ前記第1バリア層及び第2バリア層を容易にトンネル効果によって通過出来ることを特徴とする構成となっている。

<実施例>

次に図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例の半導体レーザの断面図である。半導体基板 ( $n\text{-GaAs}$ ) 8 上に第1クラッド層 ( $n\text{-Al}_{x_{c1}}\text{Ga}_{1-x_{c1}}\text{As}$ ,  $0.2 \leq x_{c1}$  典型的には  $x_{c1} \approx 0.4$ ) 1, 第1ガイド層 ( $\text{Al}_{x_{g1}}\text{Ga}_{1-x_{g1}}\text{As}$ ,  $x_{g1} < x_{c1}$ , 厚さ  $< 0.5 \mu\text{m}$ , 典型的には  $x_{g1} \approx 0.2$ , 厚さ  $\approx 0.1 \mu\text{m}$ ) 2, 第1バリア層 ( $\text{Al}_{x_{b1}}\text{Ga}_{1-x_{b1}}\text{As}$ ,  $x_{b1} > x_{g1}$ , 厚さ  $< 50 \text{ \AA}$  典型的には  $x_{b1} = 1$ , 厚さ  $\approx 10 \text{ \AA}$ ) 3, 量子井戸層 ( $\text{Al}_{x_w}\text{Ga}_{1-x_w}\text{As}$ , 厚さ  $\leq 300 \text{ \AA}$ , 典型的には  $x_w = 0$ , 厚さ  $\leq 200 \text{ \AA}$ ) 4, 第2バリア層 ( $\text{Al}_{x_{b2}}\text{Ga}_{1-x_{b2}}\text{As}$ ,  $x_{b2} > x_{g2}$ , 厚さ  $< 100 \text{ \AA}$ , 典型的には  $x_{b2} = 1$ ,  $x_{w2} = 10 \text{ \AA}$ ) 5, 第2ガイド層 ( $\text{Al}_{x_{g2}}\text{Ga}_{1-x_{g2}}\text{As}$ ,  $x_{g2} < x_{c2}$ , 厚さ  $< 0.5 \mu\text{m}$ , 典型的には  $x_{g2} \approx 0.2$ , 厚さ  $\approx 0.1 \mu\text{m}$ ) 6, 第2クラッド層 ( $p\text{-Al}_{x_{c2}}\text{Ga}_{1-x_{c2}}\text{As}$ ,  $0.2 \leq x_{c2}$ , 典型的には  $x_{c2} \approx 0.4$ ) 7, キャップ層 ( $p^+\text{-GaAs}$ ) 9,  $\text{SiO}_2$  膜 10 および  $p$  型電極 11 を形成し、反対側の半導体基板 8 上に  $n$  型電極 12 を設けた構造を有している。なお、13

は電流通路を示している。

次に本実施例に示す半導体レーザの製作方法について説明する。まず最初に半導体基板 8 上に第1クラッド層 1, 第1ガイド層 2, 第1バリア層 3, 量子井戸層 4, 第2バリア層 5, 第2ガイド層 6, 第2クラッド層 7, キャップ層 9 を順次結晶成長を行なう。このとき、第1バリア層 3 及び第2バリア層 5 はそれぞれ電子及び正孔が容易にトンネル効果によって通過出来る様な厚さにしておいて、電子及び正孔の量子井戸層 4 への注入が円滑に行なわれる様にしておく必要がある。結晶成長方法は分子線エビタキシー (MBE) 法によって行なったが、他の例えば有機金属化学気相堆積 (MOCVD) 法、液相エビタキシー (LPE) 法等の方法によっても良い。次に  $\text{SiO}_2$  膜 10 を形成し、ホトエッチング法によってストライプ状の電流通路 13 を形成する。次に  $p$  型電極 11,  $n$  型電極 12 を形成する。最後に劈開を用いてウェハーからペレットに切り出してヒートシンクにマウントし電極ワイヤをボンディングする。

以上の実施例においては、ストライプ構造が酸化膜ストライプ構造のものについて説明したがこれに限らず他の構造、例えばプレーナストライプ構造、リッジウェーブガイド構造、埋め込み構造等あらゆるストライプ構造の半導体レーザについて本発明が適用出来ることは明らかである。また本実施例においては材料として $\text{AlGaAs} / \text{GaAs}$ 系材料を用いたが、これに限らず $\text{InGaAsP} / \text{InP}$ 、 $\text{InGaAlAs} / \text{InP}$ 系材料等の他の材料を用いても本発明が適用出来ることは明らかである。

第2図は、第1図に示した本発明の一実施例によって得られる半導体レーザの主要部のエネルギーバンド図を示している。第1クラッド層1の禁制帯幅を $E_{c1}$ 、第1ガイド層2の禁制帯幅を $E_{g1}$ 、第1バリア層3の禁制帯幅を $E_{b1}$ 、量子井戸層4の禁制帯幅を $E_w$ 、第2バリア層5の禁制帯幅を $E_{b2}$ 、第2ガイド層6の禁制帯幅を $E_{g2}$ 、第2クラッド層7の禁制帯幅を $E_{c2}$ としたとき、これら禁制帯幅間には $E_w < E_{g1} < E_{c1}$ 、 $E_w < E_{g2}$

$< E_{c2}$ 、 $E_{g1} < E_{b1}$ 、 $E_{g2} < E_{b2}$ の関係がある。

上記のようなエネルギー関係を有する本発明の半導体レーザにおいては、量子井戸層4と第1ガイド層2との間に禁制帯幅の大きな第1バリア層3があるために量子井戸層4に注入されたキャリアが第1ガイド層2に漏れにくい構造となっている。又、第2ガイド層6へのキャリア漏れについても同様に第2バリア層5があるために生じにくくなっている。このため、本実施例の半導体レーザにおいては、温度上昇に伴う量子井戸層4からのキャリア漏れが低く抑えられる。

又、本実施例の半導体レーザにおいては、量子井戸層4が禁制帯幅の広い第1バリア層及び第2バリア層で囲まれているため、これらのバリア層が無い場合に比べて量子井戸層4における電子及び正孔の基底状態のエネルギーと第2単位のエネルギーの差を大きくすることができる。一般に、この種の量子井戸構造半導体レーザにおいては、電子及び正孔の基底単位間の遷移エネルギーに依

じた波長で発振するため第2単位及びそれ以上の高次単位にたまるキャリアは無効なキャリアとなっている。従って温度上昇に伴い第2単位及びそれ以上の高次単位にたまるキャリアが増大すると、発振するためにさらにキャリアを注入する必要があるが生じ、発振閾値電流の温度特性を支配する原因の一つとなっている。しかしながら本実施例の半導体レーザにおいては、電子及び正孔の基底単位と第2単位のエネルギー差が大きい第2単位及びそれ以上の高次単位にたまるキャリアを非常に少なくすることが出来る。このため温度上昇に伴い基底単位から第2単位及びそれ以上の高次単位に移るキャリアを低く抑えることができる。

#### <発明の効果>

以上述べた様に、本発明によれば、発振に必要なキャリアが温度上昇に伴って外部に漏れたり、高次の単位に移る現象を低く抑えることができるために、発振閾値電流の温度特性が良く、かつ量子効果によって低発振閾値の半導体レーザが得られる。

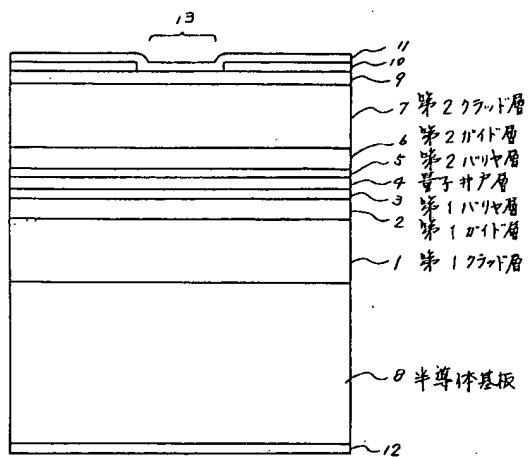
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の半導体レーザの断面図、第2図は第1図に示した半導体レーザの主要部のエネルギーバンド図である。

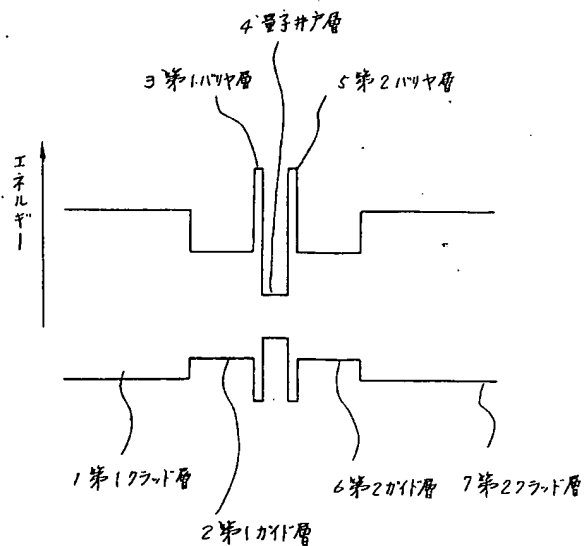
図中、1……第1クラッド層、2……第1ガイド層、3……第1バリア層、4……量子井戸層、5……第2バリア層、6……第2ガイド層、7……第2クラッド層、8……半導体基板、9……キャップ層、10…… $\text{SiO}_2$ 膜、11……p型電極、12……n型電極、13……電流通路である。

代理人 弁理士 内 原





第 1 図



第 2 図